

⑯ BUNDESREPUBLIK

DEUTSCHLAND



DEUTSCHES

PATENT- UND

MARKENAMT

# Offenlegungsschrift

## DE 199 37 811 A 1

⑯ Int. Cl. 7:

H 01 H 59/00

H 01 H 50/54

DE 199 37 811 A 1

⑯ Aktenzeichen: 199 37 811.8

⑯ Anmeldetag: 11. 8. 1999

⑯ Offenlegungstag: 22. 3. 2001

⑯ Anmelder:

Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

⑯ Erfinder:

Heyers, Klaus, Dr., 72766 Reutlingen, DE; Elsner, Bernhard, 70806 Kornwestheim, DE; Manz, Yvonne, 21709 Himmelporten, DE

⑯ Entgegenhaltungen:

DE 196 53 322 A1  
DE 296 13 790 U1

ZHOU, S. u.a.: A Micro Variable Inductor Chip Using MEMS Relays. In: Transducers 1997, S. 1137-1140;

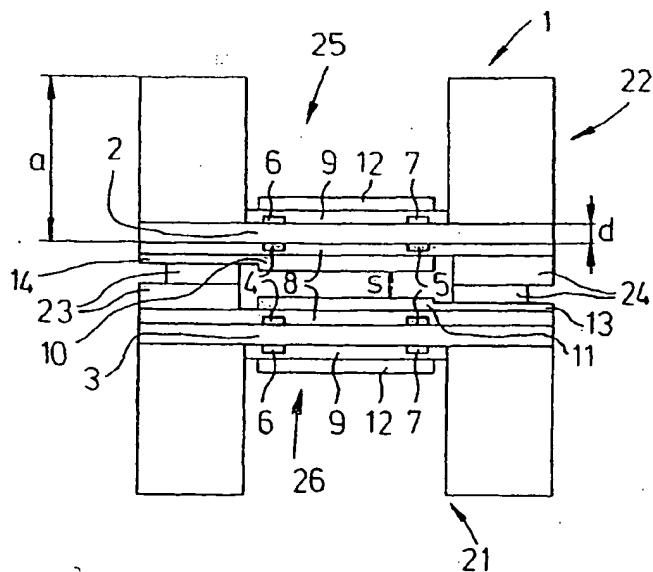
SEKI, T. u.a.a: THERMAL BUCKLING ACTUATOR FOR MICRO RELAYS. In: Transducers 1997, S. 1153-1156;

### Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑯ Relais, insbesondere Mikro Relais zum Schalten eines Stromkreises

⑯ Es wird ein Relais, insbesondere Mikro-Relais zum Schalten eines Stromkreises mit wenigstens zwei gegenüberliegenden Kontaktorganen vorgeschlagen, wovon zumindest eines für einen Kontaktenschluss bewegbar ist. Erfindungsgemäß umfassen die wenigstens zwei Kontaktorgane (25, 26) jeweils eine flexible Membran (2, 3) und wenigstens ein im Bereich der Membran angeordnetes mit dieser verbundenes flächiges Kontaktelment (11), das sich bei einer Auslenkung der Membran (2, 3) mit der Membran wölbt. Wenigstens zwei Kontaktelmente (11) an der Membran sind gegenüberliegend angeordnet und wenigstens eine Membran weist Auslenkmittel zur Herstellung eines Kontaktchlusses zwischen den flächigen Kontaktelmenten (11) auf. Bei einer alternativen Ausführungsform umfasst wenigstens ein erstes Kontaktorgan (25, 26) eine flexible Membran (2, 3) und wenigstens ein im Bereich über der Membran angeordnetes mit dieser verbundenes flächiges Kontaktelment, das sich bei einer Auslenkung der Membran mit der Membran wölbt sowie ein zweites Kontaktorgan mit flächigem Kontaktelment. Dabei sind an der Membran thermische und elektrostatische Auslenkmittel zur Herstellung eines Kontaktchlusses zwischen den flächigen Kontaktelmenten vorgesehen.



## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Relais, insbesondere Mikro-Relais zum Schalten eines Stromkreises mit wenigstens zwei gegenüberliegenden Kontaktorganen, wovon wenigstens eines für einen Kontaktchluss bewegbar ist.

## Stand der Technik

Relais, insbesondere Mikro-Relais der einleitend bezeichneten Art sind in vielfältigen Ausführungsförmen bekannt geworden. Hierbei handelt es sich allerdings vorwiegend um Schaltelemente mit magnetischem Antrieb, die mit ihrem Funktionsprinzip im Wesentlichen mit Bauelementen aus der Feinwerktechnik übereinstimmen, d. h. eine Magnetspulenanordnung betätigt Punktkontakte. Hierbei steht zur Verringerung des Kontaktverschleißes die Reduzierung des Kontaktwiderstandes und des Abbrandes der Kontakte im Vordergrund. Zur Realisierung der notwendigen Anpresskraft, um den Kontaktwiderstand gering zu halten, sind zu Bauelementen aus der Feinwerktechnik vergleichbare magnetische Flüsse erforderlich, die bei vordefinierten elektrischen Anschlusswerten geometrische Abmessungen zur Folge haben, die eine Reduzierung der Baugröße nur unwesentlich zulassen.

Darüber hinaus ist die Technik der Spulenherstellung nach wie vor aufwendig, so dass sich eine Kostenersparnis kaum erzielen lässt. Als eine weitere technologische Hürde hat sich das Auffinden von prozesskompatiblen Kontaktmaterialien erwiesen, die sowohl eine hohe Abbrandfestigkeit als auch einen hinreichend kleinen Kontaktwiderstand möglich machen.

Neben magnetischen Antrieben für die Kontakte sind auch thermische Kontakte bekannt geworden, die vergleichsweise große Schaltwege erlauben (Zhou et al., Transducers 1997 pp. 1137). Hierbei werden Punktkontakte verwendet, die durch ein thermomechanisches Verspannen einer Bimorphstruktur im offen-Zustand gehalten werden. Allerdings kann durch eine derartige Struktur keine definierte Anpresskraft für den geschlossen-Zustand auf die Kontakte aufgeprägt werden.

Omron (Seki et al Transducers 1997, pp. 1153) nutzt das thermisch induzierte "buckling" (Ausbilden einer Wölbung) einer Membran als Schaltbewegung für Kontakt. Die kleinflächig aufeinander liegenden Kontakte machen die Kontakte anfällig für einen Abbrand durch ein sich unvermeidlich bildendes Lichtbogen-Plasma.

## Aufgaben und Vorteile der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde, ein Relais, insbesondere ein Mikro-Relais bereit zu stellen, dass sich für vergleichsweise hochstrombelastete elektrische Kontakte eignet und dabei einen vertretbaren Kontaktverschleiß, z. B. in Folge eines Abbrandes und einen vergleichsweise geringen Kontaktwiderstand der Kontakte aufweist.

Diese Aufgabe wird durch ein Relais, insbesondere Mikro-Relais der einleitend bezeichneten Art dadurch gelöst, dass die wenigstens zwei Kontaktorgane jeweils eine flexible Membran und wenigstens ein im Bereich über der Membran angeordnetes mit dieser verbundenes flächiges Kontaktelement umfassen, das sich bei einer Auslenkung der Membran mit der Membran wölbt, das wenigstens zweiflächige Kontaktelemente an den Membranen gegenüberliegend angeordnet sind, und dass wenigstens eine Membran Auslenkmittel zur Herstellung eines Kontaktchlusses zwischen den flächigen Kontaktelementen aufweist. Durch diese Vorgehensweise werden auf elegante Art hohe Strom-

dichten, wie sie bei herkömmlich verwendeten Punktkontakte aufreten, vermieden. Denn die auf den Membranen angeordneten Kontaktelemente schliegen sich auf Grund ihrer flexiblen Form über eine vergleichsweise große Fläche 5 aneinander an, womit die Gefahr von Stromspitzen deutlich reduziert ist. Um die Anpresskraft der Kontaktelemente weiter zu erhöhen, wird überdies vorgeschlagen, dass jede Membran Auslenkmittel besitzt. Dadurch ist der Verschleiß der Kontaktflächen, insbesondere durch Abbrand bei Lichtbogen - Plasmabildung vermindert, wodurch sich wiederum abbrandgefährdete Kontaktmaterialien einsetzen lassen, die jedoch den Vorteil eines vergleichsweise geringen Kontaktwiderstands aufweisen.

Bei einer besonders vorteilhaften Ausführungsform der 10 Erfindung sind an wenigstens einer Membran Mittel zum thermischen Auslenken vorgesehen. Thermische Akteure erlauben insbesondere einen großen Schaltweg der Kontakte, wodurch eine Lichtbogenbildung auf Grund eines zu geringen Kontaktabstandes im Wesentlichen vermieden werden 15 kann. Damit steigt die Lebensdauer des Relais.

In einer überdies vorteilhaften-Ausgestaltung der Erfindung sind an wenigstens einer Membran Mittel zum elektrostatischen Auslenken der Membran vorhanden. Ein elektrostatischer Akteur gewährleistet insbesondere hohe Kontaktkräfte des Relais in geschlossenem Zustand, da die Anziehungskraft von flächigen Elektroden proportional zum Kehrwert des Abstandsquares wächst. In diesem Zusammenhang ist insbesondere die Kombination eines thermischen Akteurs mit einem elektrostatischen Akteur bevorzugt. 20 Denn der thermische Akteur eignet sich für vergleichsweise große Abstände der Kontaktflächen, bei welchen ein elektrostatischer Akteur durch die oben angegebene Gesetzmäßigkeit Nachteile aufweist. Außerdem stellt ein thermischer Akteur eine vergleichsweise große Auslenkkraft bei der Auslenkung der Membran aus der Ruhelage zur Verfügung, so dass sich die Eigenschaften eines thermischen und elektrostatischen Akteurs in idealer Weise ergänzen. Im Weiteren ist es günstig, wenn die Membran aus einem Material, wie z. B. Silizium oder Silizium-Nitrit besteht. Sofern ein Siliziumwafer für den Aufbau der Kontaktorgane zur Anwendung kommt, wird die Membran vorzugsweise aus Silizium hergestellt, in dem der Siliziumwafer an einer Stelle bis auf Membranstärke angetragen wird. Auf eine solche Struktur lassen sich dann gegebenenfalls durch einen "Zweiseitenprozess" weitere Schichten aufbringen und strukturieren. 30

Außerdem ist es vorteilhaft, wenn wenigstens ein flächiges Kontaktelement eine Kontaktsschicht, beispielsweise ein Metallschicht umfasst. Die elastischen Eigenschaften einer Metallschicht lassen sich unproblematisch mit einer Membran aus z. B. Silizium kombinieren.

Um die Membran elektrisch von einem flächigen Kontaktelement zu isolieren, wird im Weiteren vorgeschlagen, dass an wenigstens einem Kontaktorgan zwischen Membran und flächigem Kontaktelement wenigstens eine Isolatorschicht angeordnet ist.

In einer besonders vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung umfassen die Mittel zum thermischen Auslenken ein auf der Membran angeordnetes Heizorgan, beispielsweise in Form von einer oder mehreren Heizbahnen. In diesem Zusammenhang ist es überdies vorteilhaft, wenn das Heizorgan von der Isolatorschicht zwischen Membran und Kontaktsschicht überdeckt ist. Auf diese Weise wird eine elektrische Isolierung des Heizorgangs gegenüber dem flächigen Kontakt sicher gestellt.

In einer überdies günstigen Ausgestaltung der Erfindung umfassen die Mittel zum elektrostatischen Auslenken wenigstens eine Elektrode, die neben der Kontaktsschicht angeordnet ist. Durch diese Maßnahme lassen sich besonders

hohe Anziehungskräfte zu einer gegenüber liegenden Elektrode erzeugen, wenn sich bei berührenden Kontaktelementen vergleichweise kleine Elektrodenabstände ergeben.

Zur elektrischen Isolation der Elektrode ist es darüber hinaus günstig, wenn diese mit einer Isolationsschicht überzogen ist.

Weiterhin ist es vorteilhaft, wenn die Kontaktelemente und/oder die wenigstens eine Isolationsschicht und/oder die wenigstens eine Heizorgane und/oder die wenigstens eine Elektrode auf beiden Seiten der Membran, vorzugsweise symmetrisch zur Membran, gegebenenfalls symmetrisch zu einer Ebene, die senkrecht zur Membran steht und durch die Membranmitte verläuft, ausgebildet sind. Diese Vorgehensweise bringt den Vorteil, dass ein möglichst biomorpher Aufbau entsteht, der unabhängig von der Umgebungstemperatur resultierende Momente in der Membran und damit unerwünschte Aufwölbungen vermeidet.

Für eine rationelle Fertigung ist es im Weiteren besonders günstig, dass die wenigstens zwei gegenüberliegenden Kontaktorgane gleich aufgebaut sind, vorzugsweise symmetrisch zu einer Mittelebene zwischen den Kontaktorganen sind.

Außerdem ist es günstig, wenn die Kontakte der Kontaktorgane hermetisch gekapselt sind, und in der Kapselung ein Löschgas eingebracht wird, das die Lichtbogen-Bildung reduziert oder verhindert.

Die oben angegebene Aufgabe wird auch durch ein Relais, insbesondere Mikro-Relais der einleitend bezeichneten Art dadurch gelöst, dass wenigstens ein erstes Kontaktorgan eine flexible Membran und wenigstens ein im Bereich über der Membran angeordnetes mit dieser verbundenes flächiges Kontakt-element umfasst, das sich bei einer Auslenkung der Membran mit der Membran wölbt, dass wenigstens ein zweites Kontaktorgan ein flächiges Kontakt-element umfasst, und dass an der Membran thermische und elektrostatische Auslenkmittel zur Herstellung eines Kontaktchlusses zwischen den flächigen Kontakt-elementen vorgesehen sein. Bei dieser Ausführungsform weist ein Kontaktorgan eine Membran, jedoch das gegenüberliegende Kontaktorgan keine Membran auf. Durch die Kombination von elektrostatischen und thermischen Auslenkmitteln an der Membran lässt sich jedoch auch ein großflächiger elektrischer Kontakt erzeugen, bei dem sich die Kontaktflächen aneinander schmiegen.

Der Aufbau des Kontaktorgans mit Membran kann vorzugsweise gemäß einer der oben beschriebenen Ausführungsvarianten erfolgen. Ebenso lassen sich die auf den Kontaktorganen angebrachten Kontakt-elemente hermetisch kapseln, wobei die Kapselung vorzugsweise mit Löschgas gefüllt wird.

### Zeichnungen

Mehrere Ausführungsbeispiele sind in den Zeichnungen dargestellt und unter Angabe weiterer Vorteile und Einzelheiten näher erläutert. Es zeigen

Fig. 1 ein Mikro-Relais mit zwei gegenüberliegenden Kontaktorganen in einer schematisch dargestellten Schnittansicht,

Fig. 2 eine Draufsicht auf ein Kontaktorgan eines Mikro-Relais,

Fig. 3a und b die schematische Darstellung eines Mikro-Relais mit unterschiedlich ausgelenkten Membranstellungen in einer angedeuteten Schnittansicht und

Fig. 4 eine weitere Ausführungsform eines Mikro-Relais bestehend aus zwei gegenüberliegenden Membranen in einer schematischen Schnittansicht,

### Beschreibung der Ausführungsbeispiele

Fig. 1 zeigt ein erstes Ausführungsbeispiel eines Mikro-Relais 1 mit zwei gegenüberliegend angeordneten Membranen 2, 3. Die Membranen 2, 3 bestehen beispielsweise aus Silizium und wurden dadurch hergestellt, dass das Bulk-Material eines Siliziumwafers mit der Dicke a im Bereich der Membran beispielsweise durch einen Ätzprozess bis auf die Dicke d der Membran entfernt wurde.

Der Schichtaufbau auf den Membranen 2, 3 ist im Wesentlichen symmetrisch, um zu verhindern, dass resultierende Momente in der Membran bei unterschiedlichen Umgebungstemperaturen eine Verwölbung der Membran verursachen. Daher sind Heizorgane 4, 5, 6, 7 jeweils auf beiden Seiten der Membranen 2, 3 spiegelsymmetrisch und symmetrisch zu einer Ebene, die senkrecht zur Membran und durch ihre Mitte verläuft, angeordnet. Nach diesem Prinzip sind die Heizorgane 4, 5, 6, 7 jeweils auf beiden Seiten der Membranen 2, 3 mit einer Isolationsschicht 8, 9 zu deren elektrischen Isolation überdeckt. Auf den Isolationsschichten 8, 9 sind ebenfalls beidseitig flächige Kontakt-elemente 10, 11 sowie 12 aufgebracht.

Eine gute Funktionsfähigkeit des Relais ist auch dann gegebenen, wenn von symmetrischen Aufbau auf den Membranen 2, 3 in einzelnen oder mehreren Schichten abgewichen wird. Durch einen symmetrischen Aufbau lässt sich jedoch in besonders einfacher Weise eine temperaturkompensierte Neutralstellung der Membran unabhängig von der Umgebungstemperatur, wie bereits oben erwähnt, realisieren.

Die flächigen Kontakt-elemente 10, 11 sind zur elektrischen Verbindung mit Kontaktbahnen 13, 14 versehen, die nach außen geführt sind.

In Fig. 2 ist ein flächiges Kontakt-element 11, mit Kontaktbahn 13 auf einer Membran 3 eines Wafers 15 in der Draufsicht dargestellt. Die Begrenzung der Membranfläche der Membran 3 ist schematisch durch die in Fig. 2 dargestellte quadratische Berandungslinie verdeutlicht. In Fig. 2 sind Heizorgane 16, 17 als dünne Bahnen neben dem flächigen Kontakt-element 11 aufgebracht.

Die Heizorgane 16, 17 werden durch entsprechend ausgestaltete Leiterbahnen 18, 19, 20 mit elektrischer Energie versorgt (Fig. 2) und bestehen beispielsweise aus einem dünnen Metallfilm.

Zur Ausbildung des vollständigen Mikro-Relais 1 werden, wie in Fig. 1 ersichtlich zwei Waferabschnitte 21, 22, mit den Membranen 2, 3 gegeneinander mit Abstand s der flächigen Kontakt-elemente 10, 11 durch Beabstandungsmittel 23, 24 positioniert. Die Einzelwafers 21, 22 können hierzu beispielsweise durch Sealglas-Bonden oder anodisches Bonden über eine Natriumglas-Zwischenschicht (Pyrexglas) verbunden werden.

Hierdurch ist überdies ein hermetischer Abschluss der flächigen Kontakt-elemente 10, 11 gewährleistet. In diese Kapselung kann eine definierte Atmosphäre aus z. B. SF<sub>6</sub> eingeschlossen werden, wodurch die Ausbildung von Lichtbögen, wie Sie im Fall einer Kontaktunterbrechung regelmäßig auftreten und zu einem Abbrand der Kontakte führen, reduziert wird. Auf diese Weise bedarf das Relais keiner weiteren Häusung und kann direkt auf Leiterplatten aufgeklebt oder gelötet werden, wobei die Anschlüsse der Leiterbahnen 18, 19 sowie der Kontaktbahnen 13, 14 durch (Dick-)Drahtbonden erfolgen kann.

Die Materialauswahl zur Erzeugung von beweglichen Kontaktorganen 25, 26 auf der Grundlage der Membranen 2, 3 kann in vielfältiger Weise erfolgen, insbesondere wenn ein symmetrischer Aufbau mit den geschilderten Kompensations-eigenschaften verwendet wird.

Beispielsweise können die flächigen Kontaktlemente 10, 11, 12 aus einer Metallschicht, die z. B. galvanisch abgeschieden oder durch einen Sputterprozess deponiert wurde, mittels eines beidseitigen fotolithografischen Prozesses erzeugt werden. Bei der Materialauswahl können insbesondere die Erfahrungen aus dem Bereich der klassischen Relais-Herstellung berücksichtigt werden. Vorteilhaft können auch Mehrschichtaufbauten der flächigen Kontaktlemente 10, 11, 12 sein, die z. B. aus einer weichen, gut leitfähigen Basisschicht und einer darauf aufgebrachten abrieb- und abbrandfesten dünnen Deckschicht aufgebaut sind. Die zur elektrischen Isolation eingesetzte Isolationsschicht 8, 9, die neben der Isolation der Heizorgane 4, 5, 6, 7, 16, 17 auch eine elektrische Isolation zum Siliziumwafer bereit stellt, kann z. B. aus einer Plasma deponierten  $\text{SiO}_2$ -Schicht  $\text{Si}_3\text{N}_4$ -Schicht bestehen.

Durch eine lokale Erwärmung der Membranen 2, 3 über die Heizorgane 4, 5, 6, 7, 16, 17 lassen sich die Membranen 2, 3 auslenken. Dadurch wird das flächige Kontaktlement der ausgelenkten Membranschicht gegen das gegenüberliegende flächige Kontaktlement gepresst. Auf Grund der Elastizität der Membranschichten werden sich die flächigen Kontaktlemente aneinander anschmiegen, so dass die Fläche für einen elektrischen Kontakt sich nicht nur auf einen punktförmigen Bereich beschränkt, sondern nahezu die gesamte Fläche der flächigen Kontaktlemente umfasst und diese mit einer gleichmäßigen Anpresskraft beaufschlagt. Die Größe der Anpresskraft wird durch die elastischen Eigenschaften (Biegesteifigkeit) der Membranen bestimmt und ist daher in weiten Grenzen einstellbar.

In den Fig. 3a und 3b sind zwei Möglichkeiten der Membranauslenkung zur Herbeiführung eines Kontaktchlusses in einer entsprechend Fig. 1 schematischen Schnittansicht abgebildet. In Fig. 3a werden die beweglichen Kontaktorgane 25, 26 auf eine Seite ausgelenkt. Dadurch wird gewährleistet, dass sich die flächigen Kontaktlemente 10, 11 über ihren größten Teil aneinanderschmiegen und so eine großflächige Kontaktierung zustande kommt. In Fig. 3b hingegen werden die beweglichen Kontaktorgane 25, 26 gegeneinander ausgelenkt, wodurch sich zwar ebenfalls ein elektrischer Kontakt über eine große Fläche einstellt, die jedoch durch die Geometrie der gegeneinander gewölbten Flächen kleiner ist als in der Arbeitsweise gemäß Fig. 3a. Dafür lässt sich eine größere Anpresskraft der Kontaktlemente erreichen.

In Fig. 4 ist eine weitere Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Relais 30 in einer Schnittansicht gemäß Fig. 1 dargestellt. Die Ausführungsform nach Fig. 4 unterscheidet sich zu der nach Fig. 1 dadurch, dass die flächigen Kontaktlemente 10, 11 nur auf einer Seite der jeweiligen Membran 2, 3, nämlich auf der Innenseite, ausgebildet sind. Nach wie vor sind jedoch die Heizorgane 4, 5, 6, 7 sowie die Isolationsschichten 8, 9 spiegelgesymmetrisch zu den Membranen 2, 3 angeordnet. Ein weiterer Unterschied zur Ausführungsform nach Fig. 1 besteht darin, dass Elektroden 31, 32, 33, 34 neben den flächigen Kontaktlementen 10, 11 ausgebildet sind. Die Elektroden 31, 32, 33, 34 sind zu deren elektrischen Isolation mit einer Isolationsschicht 35 versehen.

Die Membranen 2, 3 können nun mittels der Heizelemente ausgelenkt werden, bis sich die flächigen Kontaktlemente 10, 11 berühren. Durch die Flexibilität der Membranen 2, 3 werden die Oberflächen der flächigen Kontaktlemente 10, 11 aneinander gedrückt, d. h. sie schmiegen sich aneinander an. Durch Anlegen einer Spannung an die Elektroden 31, 32, 33, 34 wird zusätzlich eine elektrostatische Anziehungskraft erzeugt, die die flächigen Kontaktlemente 10, 11 noch stärker aneinander drückt. Je nach Aktivieren der Heizorgane 4, 5, 6, 7 und der Größe der angelegten

Spannung an den Elektroden 31, 32, 33, 34 kann die Berührungsfläche der Elektroden 31, 32, 33, 34 variiert werden, wodurch sich auch das Berührungsverhalten der flächigen Kontaktlemente 10, 11 einstellen lässt.

5 Im Einzelnen lassen sich die Vorteile dieser Ausführungsform wie folgt zusammenfassen:

Die Anpresskraft der flächigen Kontaktlemente 10, 11 wird durch eine Kombination eines elektrostatischen Antriebs mit einem thermischen Antrieb erhöht, da der elektrostatische Antrieb die größte Anziehungskraft bei aufeinanderliegenden flächigen Kontaktlementen 10, 11 entwickelt, wohin gegen mit dem thermischen Antrieb sich zunächst große Kontaktabstände überwinden lassen.

Der thermische Antrieb produziert systembedingt durch die Bestromung der Heizorgane eine ständige Verlustleistung, die durch die Kombination mit einem elektrostatischen Antrieb herabgesetzt werden kann. Denn im stabilen (Halte-)Fall weist der elektrostatische Antrieb nur eine sehr geringe durch die dielektrischen Verluste hervorgerufene Verlustleistung auf. Da bei geschaltetem Kontakt (die flächigen Kontaktlemente liegen aufeinander) der elektrostatische Antrieb die notwendige Anpresskraft aufbringt, lassen sich die Heizleistung der Heizorgane zumindest deutlich reduzieren. Hierdurch wird somit das Verhältnis von Laststrom/Schaltstrom stark verbessert.

Durch die Kombination eines elektrostatischen Antriebs mit einem thermischen Antrieb, der einen verhältnismäßig großen Abstand der flächigen Kontaktlemente 10, 11 erlaubt, wird außerdem die Lebensdauer der Kontaktflächen erhöht, da der unvermeidliche Kontaktabbrand auf Grund des größeren Abstandes stark vermindert werden kann.

#### Patentansprüche

1. Relais, insbesondere Mikro-Relais zum Schalten eines Stromkreises mit wenigstens zwei gegenüberliegenden Kontaktorganen, wovon zumindest ein Kontaktorgan für einen Kontaktchluss bewegbar ist, dadurch gekennzeichnet, dass die wenigstens zwei Kontaktorgane (25, 26) jeweils eine flexible Membran (2, 3) und wenigstens ein im Bereich über der Membran angeordnetes mit dieser verbundenes flächiges Kontaktlement (11) umfasst, das sich bei einer Auslenkung der Membran mit der Membran wölbt, dass wenigstens zwei Kontaktlemente an der Membran gegenüberliegend angeordnet sind, und dass wenigstens eine Membran Auslenkmittel zur Herstellung eines Kontaktchlusses zwischen den flächigen Kontaktlementen aufweist.

2. Relais nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass an wenigstens einer Membran (2, 3) Mittel zum thermischen Auslenken vorgesehen sind.

3. Relais nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass an wenigstens einer Membran (2, 3) Mittel zum elektrostatischen Auslenken der Membran vorgesehen sind.

4. Relais nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens eine Membran aus einem Halbleiter oder Isolator, z. B. aus Silizium oder Siliziumnitrit besteht.

5. Relais nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens ein flächiges Kontaktlement (10, 11, 12) eine Kontaktsschicht, beispielsweise eine Metallschicht umfasst.

6. Relais nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass an wenigstens einem Kontaktorgan zwischen Membran (2, 3) und flächigen Kontaktlement (10, 11, 12) wenigstens eine weitere

Isolationsschicht (8, 9) angeordnet ist.

7. Relais nach einem der Ansprüche 2 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Mittel zum thermischen Auslenken Heizorgane (4, 5, 6, 7) umfassen, die mit der Membran in Verbindung stehen. 5

8. Relais nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass das Heizorgan (4, 5, 6, 7) von der Isolationsschicht (8, 9) zwischen Membran und Kontaktsschicht überdeckt ist.

9. Relais nach einem der Ansprüche 3 bis 8, dadurch 10 gekennzeichnet, dass die Mittel zum elektrostatischen Auslenken wenigstens eine Elektrode (31, 32, 33, 34) umfassen, die neben dem flächigen Kontaktelment (10, 11, 12) angeordnet ist.

10. Relais nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, 15 dass die Elektrode (31, 32, 33, 34) von einer Isolations- schicht überdeckt ist.

11. Relais nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Kontaktelmente (10, 11, 12) und/oder die wenigstens eine Isolationsschicht (8, 9) und/oder die Heizorgane (4, 5, 6, 7) und/oder die Elektroden (31, 32, 33, 34) auf beiden Seiten 20 einer Membran (2, 3) vorzugsweise zur Membran (2, 3) symmetrisch, gegebenenfalls symmetrisch zu einer Ebene, die senkrecht zur Membran steht und durch die 25 Membranmitte verläuft, ausgebildet sind.

12. Relais nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass jede Membran Auslenk- mittel aufweist.

13. Relais nach einem der vorhergehenden Ansprüche, 30 dadurch gekennzeichnet, dass die wenigstens zwei ge- genüberliegenden Kontaktorgane gleich aufgebaut sind.

14. Relais nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Kontaktelmente 35 (11) der Kontaktorgane (25, 26) hermetisch gekapselt sind.

15. Relais nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass in der Hauseung Lösch- 40 gas vorgesehen ist.

16. Relais, insbesondere Mikro-Relais zum Schalten eines Stromkreises mit wenigstens zwei gegenüberliegenden Kontaktorganen, wovon zumindest ein Kontaktorgan für einen Kontaktchluss bewegbar ist, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens ein erstes Kontaktorgan (25, 26) eine flexible Membran (2, 3) und wenigstens ein im Bereich über der Membran angeordnetes mit dieser verbundenes flächiges Kontaktelment (11) umfasst, das sich bei einer Auslenkung der Membran mit der Membran wölbt, dass wenigstens ein 50 zweites Kontaktorgan ein flächiges Kontaktelment umfasst, und dass an der Membran thermische und elektrostatische Auslenkmittel zur Herstellung eines Kontaktchlusses zwischen den flächigen Kontaktelmenten vorgesehen sind. 55

17. Relais nach Anspruch 16, dadurch gekennzeich- net, dass die Kontaktorgane gemäß einem der Ansprüche 4 bis 11 oder 14 und 15 ausgestaltet sind.

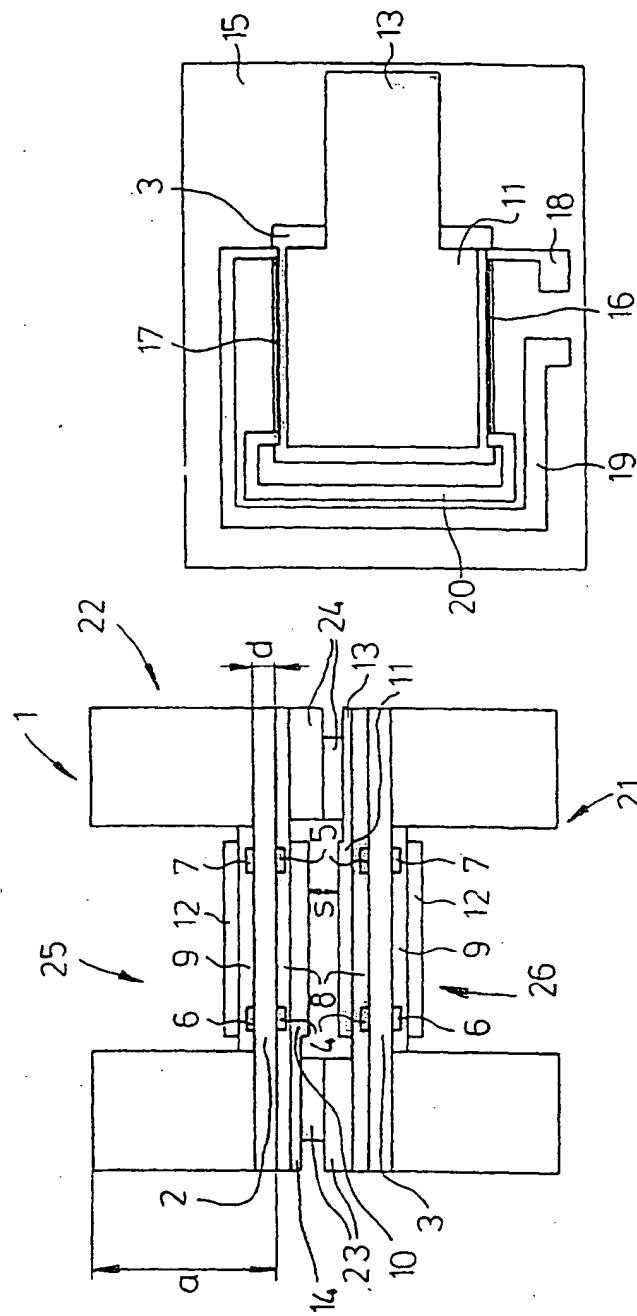


Fig. 2

Fig. 1

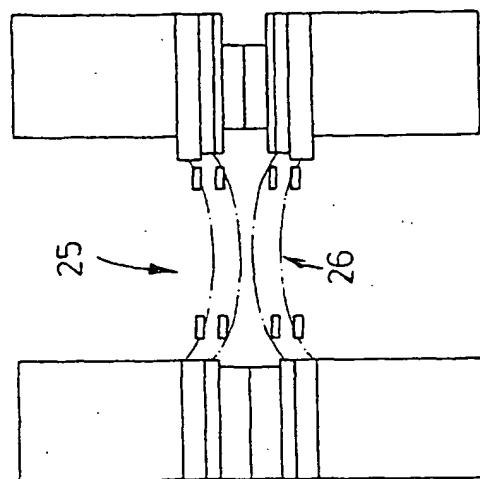


Fig. 3b

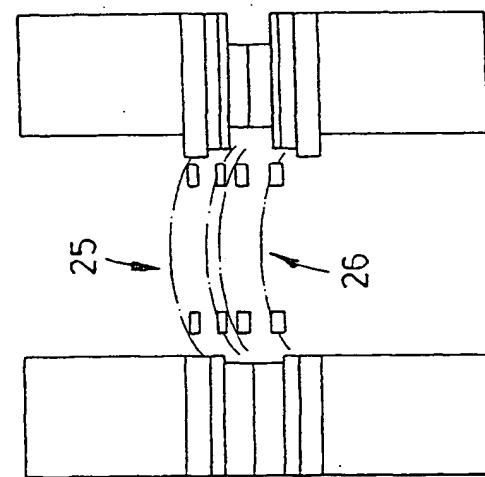


Fig. 3a

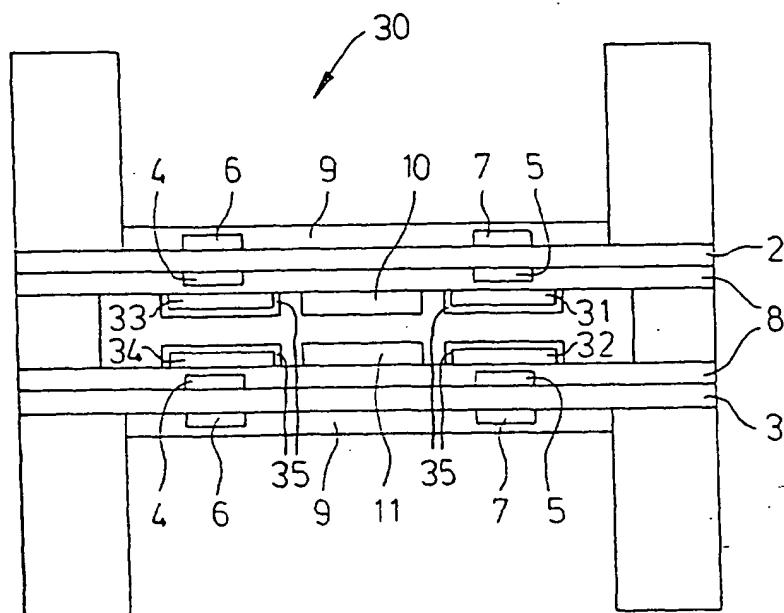


Fig. 4